



Aalborg Universitet

**AALBORG UNIVERSITY**  
DENMARK

## Jords opførsel ved svingende belastning

Ibsen, Lars Bo

*Publication date:*  
1989

*Document Version*  
Tidlig version også kaldet pre-print

[Link to publication from Aalborg University](#)

*Citation for published version (APA):*  
Ibsen, L. B. (1989). *Jords opførsel ved svingende belastning*.

### General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal -

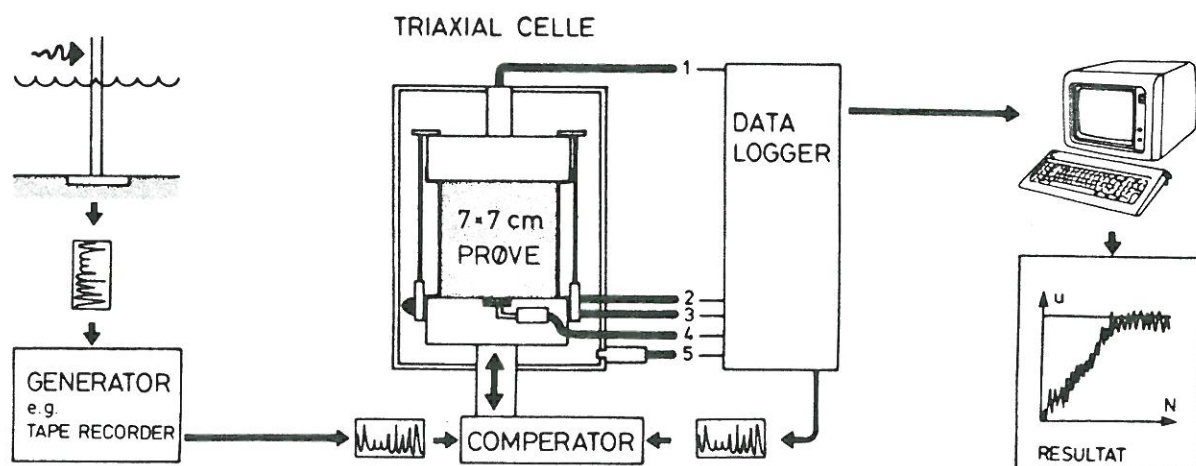
### Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at [vbn@aub.aau.dk](mailto:vbn@aub.aau.dk) providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

## Eksempel på projekt fra Laboratoriet for Fundering ved Aalborg Universitetscenter: Jords opførsel ved svingende belastning.

De senere års udvikling af bygge- anlægs- og offshore konstruktioner har medført at jorden i stigende grad udsættes for svingende belastninger, der for vandmættede jordaflejringer kan bevirke en ændring af jordens styrke. En sådan påvirkning vil i visse tilfælde reducere jordens bæreevne, hvilket kan medføre ødelæggelse/ skade af konstruktioner funderet på denne. I ekstreme tilfælde mister jorden totalt sin bæreevne og jorden bliver flydende. Denne tilstand benævnes "liquefaction", og er en følge af, at vekslende belastninger omrokker jordens kornskelet, hvorved kontaktrykket mellem de enkelte korn overføres til et tryk i porevandet.

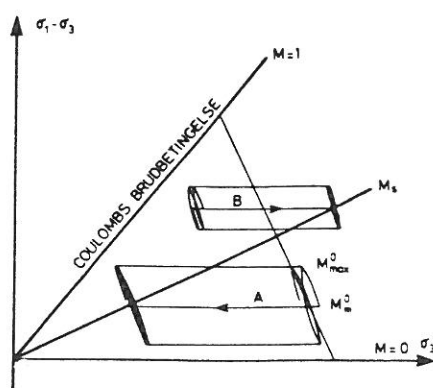
Projektets formål er at opnå en dansk viden om emnet samt at få undersøgt flere karakteristiske danske jordarter. Indledningsvis er udviklet laboratorieudstyr, der er helt up to date og i visse henseender meget avanceret i forhold til det, der normalt bruges verden over. Udviklingen af udstyret er tilendebragt. Det kan påføre jordelementet stokastisk varierende belastninger i axialsymmetriske samt plane spænding- og tøjnings-tilstande. Det kan endvidere opsamle og færdigbehandle de meget store datamængder, der forekommer. Udstyret til axialsymmetrisk belastning er skitseret i nedenstående figur.



Figur 1: Triaxialt udstyr til svingende belastninger.

Udstyret til plan belastning er endnu ikke taget i brug. Det skyldes, at resultaterne fra triaxialapparatet har været så lovende, at dette har lagt beslag på hele projektet. De laboratorieundersøgelser, der er foretaget i udlandet, har ført til den almindelige opfattelse at svingende belastninger af vandmættet jord, før eller senere, altid vil føre til et tab af bæreevne. Dette har resulteret i, at man altid forøger dimensionerne kraftigt, når sådanne belastninger forekommer. Resultaterne fra dette projekt tyder imidlertid på, at denne ekstradimensionering i de fleste tilfælde er unødvendig.

Laboratorieforsøg på sandprøver, der påføres cyklisk belastning, har vist at der findes en "stabil tilstand", hvor jorden ikke svækkes mere. Tilstanden er karakteriseret ved, at der forefindes en ligevægt mellem tilvæksten i poretryk ved belastning og reduktionen af poretryk ved aflastning. Er denne ligevægt først indtrådt, kan jorden påføres et stort antal af belastninger uden at jordens bæreevne reduceres. Ved at fastlægge den stabile tilstand for varierende insitu spændinger fremkommer linien, der er betegnet  $M_s$  på nedenstående figur.



Figur 2: Poretryksudvikling ved cyklisk belastning.

Ved hjælp af denne tilstandslinie er det muligt at inddele jords respons på svingende påvirkninger i tre fænomener: "liquefaction", "cyclic mobility", "stabilization".

Total tab af jordens bæreevne, "liquefaction", optræder, når amplituden af den cykliske belastning er så stor, at jordens statiske styrke nås, før den stabile tilstand indtræder.

Forefindes insitu spændingstilstanden under  $M_s$ -linien, og indtræder den stabile tilstand, vil jordens bæreevne reduceres. Reduktionens størrelse afhænger af forskellen mellem spændingstilstanden i insitu og den stabile tilstand. Fænomenet benævnes "cyclic mobility", og er vist som forløb A. Befinder insitu tilstanden sig over  $M_s$ -linien, vil

der udvikles negativt poretryk, hvorved kontaktrykket mellem de enkelte korn øges. Dette resulterer i, at jordens bæreevne stiger, og fænomenet benævnes "stabilization", illustreret ved forløb B.

#### Teoretiske resultater:

- Med baggrund i laboratorieforsøg er opstillet en simpel teori for jordens respons på svingende belastninger.
- Teorien anfægter den almindelige opfattelse, at svingende påvirkninger altid vil føre til et tab af bæreevne.
- Teorien giver mulighed for at vurdere denne risiko på forhånd.

#### Perspektiver:

Projektet har vist, at der yderligere er en række begreber, der må afklares før man har opnået en tilfredsstillende forståelse for jords opførsel ved svingende og statiske belastninger. De forskningsmæssige perspektiver er derfor store, og projektet har da også allerede givet anledning til en række meget lovende undersøgelser. Det vil vare endnu nogle år, før de brugermæssige konsekvenser er tydelige, men de hidtidige resultater peger på en lettelse i den geotekniske problemstilling ved offshore konstruktioner.